

## KARAKTERISTIK ARUS BOCOR LANTAI KERAMIK RUMAH TANGGA

Adi Nugroho<sup>1</sup>, T.Haryono<sup>2</sup>, Suharyanto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, FT UGM

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, FT UGM

### Abstrak

Banyaknya suatu kejadian manusia terkena sengatan listrik yang terjadi di area rumah tangga. Kejadian tersebut sangat mengkhawatirkan karena sengatan tersebut ada yang menyebabkan kematian.

Ide dasar penelitian ini adalah mengetahui keramik yang digunakan pada rumah tangga tersebut dapat berfungsi sebagai isolator yang melindungi kita dari bahaya terkena sengatan listrik secara langsung.

Penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan pengujian tegangan tinggi AC frekuensi 50 Hz yang berguna untuk mendapatkan nilai dari tegangan tembus dari masing-masing keramik. Setelah didapatkan nilai dari tegangan tembusnya kemudian dilakukan pengujian terhadap arus bocornya. Pengujian arus bocor menggunakan setengah nilai dari tegangan tembusnya.

Berdasarkan hasil pengujian, didapatkan semakin besar nilai tegangan masukan yang diberikan maka semakin besar pula arus bocor yang terjadi pada keramik tersebut. Hal itu disebabkan karena adanya pengaruh medan listrik yang ditimbulkan dari sisi tegangan tingginya. Semakin rendah nilai arus bocor maka semakin baik kualitas keramik tersebut. Perhitungan nilai arus bocor, jika kondisi manusia dalam keadaan kering maka nilai resistansi manusia tersebut sebesar 1000 k $\Omega$  arus yang mengalir adalah 0.2199 mA. Kondisi manusia dalam keadaan basah menyebabkan nilai resistansi manusia tersebut sangat kecil yaitu 1 k $\Omega$ , arus yang mengalir adalah antara 0.1640 – 0.1804 mA sehingga arus yang mengalir tersebut dapat menyebabkan jantung berfibrilasi.

**Kata Kunci :** Keramik Rumah Tangga, Arus Bocor, Nilai Resistansi Manusia, Arus yang Mengalir dalam Tubuh.

### 1. Pendahuluan

#### 1.1 Latar Belakang Permasalahan

Salah satu jenis isolator yang dipakai dalam sistem tenaga listrik adalah isolator jenis padat yaitu isolator keramik. Keramik merupakan salah satu bahan mineral yang terdapat di bumi dan memiliki banyak kegunaan dalam kehidupan sehari-hari. Tapi seiring dengan berjalannya waktu keramik pun mengalami berbagai perkembangan. Keramik yang dahulu merupakan suatu kerajinan semata kini telah digunakan sebagai bahan isolasi.

Keramik memiliki sifat-sifat yang juga perlu diperhatikan. Sifat-sifat keramik tersebut meliputi sifat kelistrikan, sifat kimia, dan sifat termal. Oleh karena itu, diperlukan sebuah penelitian untuk mengetahui karakteristik tegangan tembus dari berbagai jenis merk keramik rumah tangga yang terdapat di pasaran. Dari hasil pengujian ini dapat diketahui besarnya tegangan yang mampu ditahan oleh keramik rumah tangga tersebut dan dapat mengetahui arus bocor yang terjadi pada keramik tersebut.

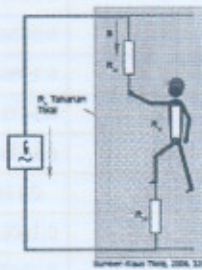
#### 1.2 Dasar Teori<sup>[1]</sup>

Bahaya listrik dibedakan menjadi dua, yaitu bahaya primer dan bahaya sekunder. Bahaya primer adalah bahaya-bahaya yang disebabkan oleh listrik secara langsung, seperti bahaya sengatan listrik dan bahaya kebakaran atau ledakan. Sedangkan bahaya sekunder adalah bahaya-bahaya yang diakibatkan listrik secara tidak langsung.

Ada tiga faktor yang menentukan tingkat bahaya listrik bagi manusia, yaitu tegangan (V), arus (I) dan tahanan (R). ketiga faktor tersebut saling mempengaruhi antara satu dan lainnya.

Bila dalam hal ini titik perhatiannya pada unsur manusia, maka selain kabel (penghantar), sistem pentanahan, dan bagian dari peralatan lain, tubuh kita termasuk bagian dari tahanan rangkaian tersebut.

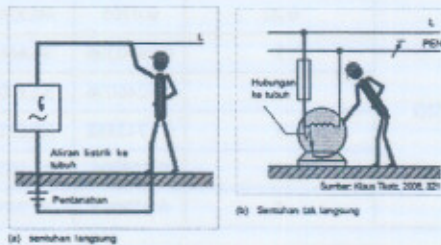




Gbr. 1 – Tubuh Manusia Bagian dari Rangkaian

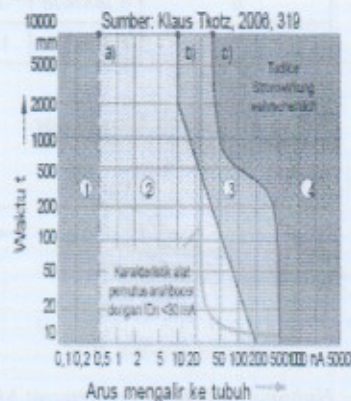
Tingkat bahaya listrik bagi manusia, salah satu faktornya ditentukan oleh tinggi rendah arus listrik yang mengalir ke dalam tubuh kita. Sedangkan kuantitas arus akan ditentukan oleh tegangan dan tahanan tubuh manusia serta tahanan lain yang menjadi bagian dari saluran.

Ada dua cara listrik bisa menyengat tubuh kita, yaitu melalui sentuhan langsung dan tidak langsung.



Gbr. 2 – Jenis Bahaya Listrik

Ada tiga faktor yang menentukan keseriusan sengatan listrik pada tubuh manusia, yaitu : besar arus yang mengalir dalam tubuh akan ditentukan oleh tegangan dan tahanan tubuh, lintasan arus listrik dalam tubuh akan sangat menentukan tingkat akibat sengatan listrik, dan lama waktu sengatan listrik sangat menentukan kefatalan akibat sengatan listrik.



Daerah	Respon Tubuh
1	Tidak terasa
2	Belum menyebabkan gangguan kesehatan
3	Kejang otot, gangguan pernafasan
4	Tidak dapat menahan nafas, kematian

Gbr 3 - Pengaruh Besar dan Lama Waktu Arus Sengatan

Dalam Gbr. 3 diperlihatkan bagaimana pengaruh sengatan listrik terhadap tubuh, khususnya yang terkait dengan dua faktor, yaitu besar dan lama arus listrik mengalir dalam tubuh. Arus sengatan pada daerah 1 (sampai 0,5 mA) merupakan daerah aman dan belum dirasakan oleh tubuh (arus mulai terasa 1-8 mA).

Daerah 2, merupakan daerah yang masih aman walaupun sudah memberikan dampak rasa pada tubuh dari ringan sampai sedang walaupun masih belum menyebabkan gangguan kesehatan.

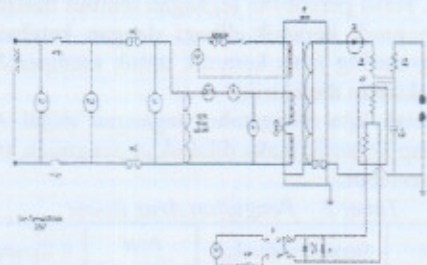
Daerah 3, sudah berbahaya bagi manusia karena akan menimbulkan kejang-kejang atau kontraksi otot dan paru-paru sehingga menimbulkan gangguan pernafasan.

Daerah 4, merupakan daerah yang sangat memungkinkan menimbulkan kematian si penderita.

## 2. Metode Pengujian Tegangan Tembus AC dan Pengujian Arus Bocor<sup>[2]</sup>

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

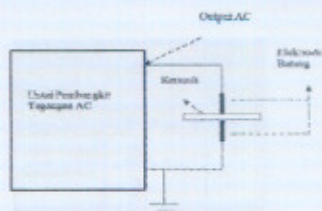
Keramik Rumah Tangga, Keramik yang digunakan terdiri dari 5 merk, yaitu KIA, KIG, Masterina, Asia Tile, dan Platinum. Keramik dipotong berukuran 10 cm X 10 cm. Ketebalan tiap jenis keramik berbeda-beda tergantung dengan merknya dan batang elektroda dengan ukuran luas 1cm<sup>2</sup>.



Gbr. 4 – Skema Pembangkit Tegangan Tinggi

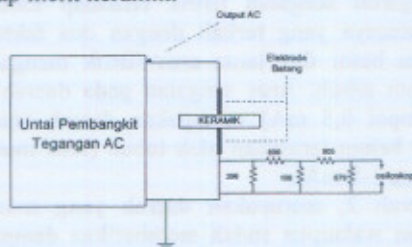
Pengujian tegangan tembus AC frekuensi 50 Hz dimaksudkan untuk mendapatkan tegangan gagal dari masing-masing jenis keramik.





Gbr. 5 – Rangkaian Pengujian Tegangan Tembus Keramik

Setelah pengujian tegangan tinggi AC tersebut dilakukan maka kita dapat melakukan pengujian arus bocor. Pada percobaan ini tegangan masukan yang akan diberikan disamaratakan agar dapat mengetahui perbandingan arus bocornya untuk setiap merk keramik.



Gbr. 6 – Rangkaian Pengujian Arus Bocor

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Pengujian Tegangan Tembus AC dan Arus Bocor

Setelah dilakukan pengujian terhadap tegangan tembus AC maka didapatkan tegangan gagal dan kekuatan dielektrik dari masing-masing merk keramik :

Tabel 1 – Tegangan Gagal dan Kekuatan Dielektrik

Merk Keramik	Tebal Keramik (cm)	Tegangan Tembus (kV)	Kekuatan Dielektrik (kV/mm)
Platinum	0.8	30.528	38.148
KIA	0.9	30.150	33.500
Asia Tile	0.8	21.261	26.576
KIG	0.7	17.223	24.605
Masterina	0.7	14.141	20.201

Percobaan tersebut dilakukan pada kondisi kering. Hasil percobaan tegangan tembus masing-masing merk keramik dibagi dengan ketebalan masing-masing jenis keramik untuk memperoleh nilai kekuatan dielektrik.

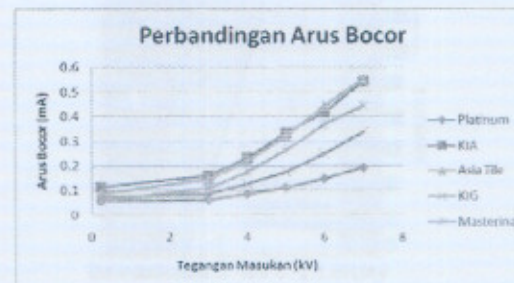
Setelah kita mengetahui tegangan gagal AC pada tiap keramik maka dilakukan pengujian arus bocor tersebut.

Tabel 2 – Pengujian Arus Bocor

Merk Keramik	Tegangan Masukan (kV)	Arus Bocor (mA)	R Keramik (kΩ)
Platinum	0.22	0.0568	50.14643

	3	0.0601394	49.8841
	4	0.0836386	47.82481
	5	0.1106936	45.16973
	6	0.1471792	40.76663
	7	0.1938684	36.10697
KIA	0.22	0.1143	24.89748
	3	0.1606294	18.67653
	4	0.2317454	17.26032
	5	0.3340906	14.966
	6	0.4163378	14.41137
	7	0.5414092	12.92922
Asia Tile	0.22	0.0848	33.54292
	3	0.1419228	21.13825
	4	0.2169038	18.44136
	5	0.3221864	15.51897
	6	0.4433928	13.53202
	7	0.552695	12.66521
KIG	0.22	0.0705	40.35438
	3	0.0870398	34.46699
	4	0.1246076	32.10077
	5	0.1743888	28.67157
	6	0.248906	24.10549
	7	0.337028	20.76979

Merk Keramik	Tegangan Masukan (kV)	Arus Bocor (mA)	R Keramik (kΩ)
Masterina	0.22	0.0584	48.76823
	3	0.1086838	27.60301
	4	0.1736158	23.03938
	5	0.2625108	19.04684
	6	0.3681026	16.2998
	7	0.443702	15.77635



Gbr. 7 – Hubungan Antara Tegangan Masukan dengan Arus Bocor

Dari Gbr. 7 tersebut dapat kita lihat bahwa Semakin besar nilai tegangan masukan yang



diberikan maka semakin besar pula arus bocor yang terjadi pada keramik tersebut. Hal itu disebabkan karena adanya pengaruh medan listrik yang ditimbulkan dari sisi tegangan tingginya. Jadi, semakin tinggi tegangannya maka akan semakin tinggi juga medan listriknya. Semakin rendah tegangan yang diberikan maka akan semakin rendah juga medan listriknya sehingga arus bocor yang terjadi juga akan semakin kecil. Semakin rendah nilai arus bocor maka semakin baik kualitas keramik tersebut.



Gbr. 8 - Perbandingan Tahanan tipe Keramik

Nilai tahanan tersebut merupakan nilai tahanan untuk luas permukaan batang elektroda. Luas permukaan batang elektroda adalah  $1 \text{ cm}^2$ . Semakin tinggi nilai arus bocor dari suatu keramik maka semakin rendah pula nilai tahanan keramik tersebut. Pada Gambar 7 nilai tahanan untuk Platinum adalah  $42,144 \text{ k}\Omega$ , nilai tahanan keramik KIA adalah  $15,649 \text{ k}\Omega$ , nilai tahanan keramik Asia Tile adalah  $16,259 \text{ k}\Omega$ , nilai tahanan keramik KIG adalah  $27,566 \text{ k}\Omega$  dan nilai tahanan keramik Masterina adalah  $20,353 \text{ k}\Omega$ .

### 3.1 Perhitungan Arus yang Mengalir di Dalam Tubuh

Setelah melakukan percobaan diatas dan didapatkan data mengenai arus bocor dan nilai tahanan/ $\text{cm}^2$  untuk setiap merk keramik. Maka kita dapat menghitung besar arus yang akan mengalir di dalam tubuh kita apabila kita tersengat listrik  $220 \text{ V}$ .

Kita asumsikan bahwa luas telapak kaki seseorang tersebut adalah  $208 \text{ cm}^2$ . Untuk mendapatkan nilai hambatan yang baru berdasarkan luas telapak kaki yang diasumsikan menjadi batang elektroda maka digunakan persamaan berikut :

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

Dengan  $A_1$  (batang elektroda) =  $1 \text{ cm} \times 1 \text{ cm} = 1 \text{ cm}^2$

$A_2$  (luas kaki) =  $208$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\rho \frac{l}{A_1}}{\rho \frac{l}{A_2}}$$

$$R_2 = \frac{R_1 \times A_1}{168 \times A_2}$$

$$R_2 = \frac{R_1}{208}$$

a. Platinum

$R_{\text{platinum}} = 50,146 \text{ k}\Omega$ . Maka untuk mendapatkan nilai tahanan keramik yang baru :

$$R_{\text{platinum baru}} = \frac{50,146 \text{ k}\Omega}{208} = 0,2411 \text{ k}$$

b. KIA

$R_{\text{KIA}} = 24,8979 \text{ k}\Omega$ . Maka untuk mendapatkan nilai tahanan keramik yang baru:

$$R_{\text{KIA baru}} = \frac{24,897 \text{ k}\Omega}{208} = 0,1197 \text{ k}$$

c. Asia Tile

$R_{\text{Asia Tile}} = 33,543 \text{ k}\Omega$ . Maka untuk mendapatkan nilai tahanan keramik yang baru :

$$R_{\text{Asia Tile baru}} = \frac{33,543 \text{ k}\Omega}{208} = 0,1613 \text{ k}$$

d. KIG

$R_{\text{KIG}} = 40,354 \text{ k}\Omega$ . Maka untuk mendapatkan nilai tahanan keramik yang baru:

$$R_{\text{KIG baru}} = \frac{40,354 \text{ k}\Omega}{208} = 0,1940 \text{ k}$$

e. Masterina

$R_{\text{Masterina}} = 48,7683 \text{ k}\Omega$ . Maka untuk mendapatkan nilai tahanan keramik yang baru :

$$R_{\text{masterina baru}} = \frac{48,768 \text{ k}\Omega}{208} = 0,2345 \text{ k}$$

Tabel 3 - Hasil Perhitungan Tahanan

Merk Keramik	R tahanan pengujian (kΩ)	R tahanan di pijak orang (kΩ)
Platinum	50.146	0.2411
KIA	24.897	0.1197
Asia Tile	33.543	0.1613
KIG	40.354	0.1940
Masterina	48.768	0.2345



Tabel 4 – Nilai Tahanan

Merk Keramik	R Tahanan Dipijak Orang (kΩ)	R Internal Tubuh Manusia	Tahanan Kontak Kulit Manusia
Platinum	0.2411	100 Ω	1000 kΩ (kondisi kering) - 1000Ω (kondisi basah)
KIA	0.1197		
Asia Tile	0.1613		
KIG	0.1940		
Masterina	0.2345		

Besar arus yang mengalir di dalam tubuh kita :

$$I = \frac{V}{R_{total}}$$

$R_{total}$  = R tahanan keramik yang dipijak + R internal Tubuh Manusia + Tahanan Kontak Kulit Manusia

1. Platinum

- Perhitungan untuk kondisi terbaik (kondisi kering)

$$I = \frac{220V}{0.2411k\Omega + 0.100k\Omega + 1000k\Omega} = 0.2199mA$$

Durasi yang aman untuk shock maksimum adalah

$$sec\ ond = \frac{0.116}{0.0002199} = 527.465\ s$$

- Perhitungan untuk kondisi terjelek (kondisi basah)

$$I = \frac{220V}{0.2411k\Omega + 0.100k\Omega + 1k\Omega} = 164.05mA$$

Durasi yang aman untuk shock maksimum adalah

$$sec\ ond = \frac{0.116}{0.1640} = 0.7071\ s$$

2. KIA

- Perhitungan kondisi terbaik (kondisi kering)

$$I = \frac{220V}{0.1197k\Omega + 0.100k\Omega + 1000k\Omega} = 0.2199mA$$

Durasi yang aman untuk shock maksimum adalah

$$sec\ ond = \frac{0.116}{0.2199} = 527.465\ s$$

- Perhitungan kondisi terjelek (kondisi basah)

$$I = \frac{220V}{0.1197k\Omega + 0.100k\Omega + 1k\Omega} = 180.37mA$$

Durasi yang aman untuk shock maksimum adalah

$$sec\ ond = \frac{0.116}{0.1804} = 0.6431\ s$$

3. Asia Tile

- Perhitungan kondisi terbaik (kondisi kering)

$$I = \frac{220V}{0.1613k\Omega + 0.100k\Omega + 1000k\Omega} = 0.2199mA$$

Durasi yang aman untuk shock maksimum adalah

$$sec\ ond = \frac{0.116}{0.2199} = 527.465\ s$$

- Perhitungan kondisi terjelek (kondisi basah)

$$I = \frac{220V}{0.1613k\Omega + 0.100k\Omega + 1k\Omega} = 174.43mA$$

Durasi yang aman untuk shock maksimum adalah

$$sec\ ond = \frac{0.116}{0.1744} = 0.6650\ s$$

4. KIG

- Perhitungan kondisi terbaik (kondisi kering)

$$I = \frac{220V}{0.1940k\Omega + 0.100k\Omega + 1000k\Omega} = 0.2199mA$$

Durasi yang aman untuk shock maksimum adalah

$$sec\ ond = \frac{0.116}{0.2199} = 527.465\ s$$

- Perhitungan kondisi terjelek (kondisi basah)

$$I = \frac{220V}{0.1940k\Omega + 0.100k\Omega + 1k\Omega} = 170.01mA$$

Durasi yang aman untuk shock maksimum adalah

$$sec\ ond = \frac{0.116}{0.1700} = 0.6823\ s$$

5. Masterina

- Perhitungan kondisi terbaik (kondisi kering)

$$I = \frac{220V}{0.2345k\Omega + 0.100k\Omega + 1000k\Omega} = 0.2199mA$$



Durasi yang aman untuk shock maksimum adalah

$$\text{sec ond} = \frac{0.116}{0.2199} = 527.465 \text{ s}$$

- Perhitungan kondisi terjelek (kondisi basah)

$$I = \frac{220V}{0.2345k\Omega + 0.100k\Omega + 1k\Omega} = 164.86mA$$

Durasi yang aman untuk shock maksimum adalah

$$\text{sec ond} = \frac{0.116}{0.1649} = 0.7036 \text{ s}$$

Dari hasil penelitian tersebut dapat dilihat bahwa keramik rumah tangga tersebut tidak terlalu berpengaruh pada menurunnya arus yang mengalir dalam tubuh kita. Sehingga untuk melindungi diri kita dari terkena sengatan atau bahaya listrik diperlukan pelindung tambahan lagi seperti menggunakan sepatu atau hal lainnya.

#### 4. Kesimpulan

Setelah melakukan pengujian terhadap arus bocor yang dibuat oleh penulis maka dapat diambil kesimpulan diantaranya :

1. Semakin besar nilai tegangan masukan yang diberikan maka semakin besar pula arus bocor yang terjadi pada keramik tersebut. Hal itu disebabkan karena adanya pengaruh medan listrik yang ditimbulkan dari sisi tegangan tingginya.. jadi semakin tinggi tegangannya maka akan semakin tinggi juga medan listriknya.

2. Kondisi manusia dalam keadaan kering, nilai arus yang mengalir selalu sama untuk setiap merk keramik yaitu sebesar 0.2199 mA. Besar arus yang mengalir tersebut menimbulkan kejutan pada tangan seseorang yang memegangnya.
3. Kondisi manusia dalam keadaan basah menyebabkan nilai resistansi manusia tersebut sangat kecil yaitu 1 k $\Omega$ . Nilai arus yang mengalir antara sebesar 0.1640 – 0.1804 A. Hal tersebut dapat kemungkinan jantung berfibrilasi, durasi untuk shock maksimumnya adalah 0,7071 – 0.6431 sekon.
4. Dari hasil penelitian tersebut dapat dilihat bahwa keramik rumah tangga tersebut tidak terlalu berpengaruh pada menurunnya arus yang mengalir dalam tubuh kita.

#### 5. Referensi

- [1] Sumardjati, Prih, dkk. 2008. *Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik Jilid 1*. Jakarta. Indonesia.
- [2] *Panduan Pengujian Tegangan Tinggi*. Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik UGM. Yogyakarta.